УДК 591.1.05:599·363

СЕЗОННЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХОЛЕСТЕРИНА В ГОЛОВНОМ МОЗГУ БУРОЗУБОК

В. А. Межжерин, Л. К. Финагин

(Киевский государственный университет)

При исследовании популяций и факторов, действию которых они подвергаются, важное значение может иметь изучение внутривидовой изменчивости животных. Особенно желательно выяснить течение процессов в их организме в связи с сезонными изменениями условий существования, поскольку лишь в этом случае можно подойти к пониманию природы адаптаций и характера связей организма со средой.

В результате изучения сезонных изменений различных показателей у бурозубок обыкновенной и малой (*Sorex araneus* и *S. minutus*) выявлен ряд чрезвычайно интересных особенностей. Установлено, что в осенне-зимний период происходит уменьшение веса тела, высоты черепа (Dehnel, 1949, 1950), веса внутренних органов (Z. Pucek, 1965) и абсолютной теплопродукции в зимний период (Gębczyński, 1965), что можно рассматривать как адаптивную перестройку организма бурозубок, направленную на сокращение потребления пищи (Межжерин, 1964; Межжерин и Мельникова, 1966; Gębczyński, 1965).

Особый интерес представляют сезонные изменения веса и объема головного мозга (Caboń, 1956; Bielak a. Pucek, 1960). Известно, что из химических компонентов мозга бо́льшую часть его сухого веса составляют липиды (Мак-Ильвейн, 1962), причем преобладает и встречается почти исключительно в свободном состоянии холестерин, составляющий около 1% сырого веса серого вещества и 4% белого (Sloane-Stanley, McIlwain, 1956).

Исходя из того, что в головном мозгу содержится большое количество липидов, в частности холестерина, и учитывая их специфическую природу, мы поставили задачу изучить изменения содержания этих веществ в головном мозгу бурозубок в осенне-зимний период.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились с декабря 1963 г. по май 1965 г. на 111 бурозубках обыкновенных и 23 бурозубках малых, добытых давилками. По степени стертости зубов и некоторым другим морфологическим признакам всех зверьков мы разделили на две возрастные группы: прибылые (родившиеся в текущем году) и перезимовавшие. Отпрепарированный и взвешенный на торзионных весах головной мозг высушивали при 75° С до постоянного веса и в течение одного часа подвергали гидролизу в кипящей водяной бане со щелочно-спиртовой смесью. Для этого навеску сухой ткани помещали в колбу с обратным холодильником, добавляли 1,2 *мл* 42%-ного раствора KOH и 3,5 *мл* этилового спирта, а к гидролизату — равный объем дистиллированной воды и экстрагировали петролейным эфиром. Эфирные вытяжки сливали, выпаривали на водяной бане и осадок растворяли в хлороформе. Аликвотную часть этого объема брали на реакцию Либермана-Бурхарда с последующим колориметрированием на ФЭК-М.

Содержание воды, а также липидов (после экстракции в аппарате Сокслета высушенной ткани мозга) в головном мозгу бурозубок определяли гравитометрически. Результаты обработаны статистически, характер различий устанавливается по t-распределению Стьюдента.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В результате изучения сезонно-возрастных изменений содержания воды в головном мозгу бурозубки обыкновенной выявлено (см. таблицу), что оно снижается с сентября по декабрь—январь соответственно на 0,6 и 1,1% ($P<0{,}001$). У перезимовавших особей в апреле содержание воды в мозгу по сравнению с сентябрем и декабрем еще меньше ($P<0{,}001$). Различие в содержании воды в мозгу бурозубки обыкновенной в январе и апреле статистически не достоверно ($P>0{,}05$).

Иную картину мы наблюдали, изучая сезонно-возрастные изменения общего содержания липидов в головном мозгу бурозубки обыкновенной. В декабре и январе их гораздо меньше (см. таблицу), чем в сентябре (соответственно $P<0{,}001$; $P<0{,}005$). К весне у перезимовавших бурозубок происходит увеличение содержания липидов (декабрь—апрель — $P<0{,}001$; январь—апрель — $P<0{,}005$). Различие между этими показателями в сентябре и апреле статистически не достоверно ($P>0{,}05$).

Сезонные и возрастные изменения содержания воды, липидов и холестерина в головном мозгу бурозубок обыкновенной и малой

Возраст	Месяц	*S. araneus*						*S. minutus*	
		Содержание				Концентрация холестерина (в *мг/г* сухого веса мозга)			
		воды (в %)		липидов (в % к сухому весу мозга)					
		$M \pm m$	n	$M \pm m$	n	$M \pm m$	n	$M \pm m$	n
Прибылые	IX	77,3±0,08	15	31,8±0,33	10	38,8±8,75	8	25,2±2,80	2
	XI	77,2±0,10	15	30,3±0,73	7	41,2±5,41	15	64,9±2,32	4
	XII	76,7±0,10	18	29,2±0,55	9	81,3±2,20	13	75,1±4,63	8
	I	76,2±0,19	18	30,3±0,35	7	76,1±1,17	10	64,2±2,95	5
	II	—		—	—	60,6±2,85	2	—	—
Перезимовавшие	III	—	—	—	—	66,0±3,56	10	—	—
	IV	75,7±0,23	10	32,9±0,63	9	45,9±5,24	8	43,1±0,74	4
	V	—	—	—		62,0±1,13	3	—	—

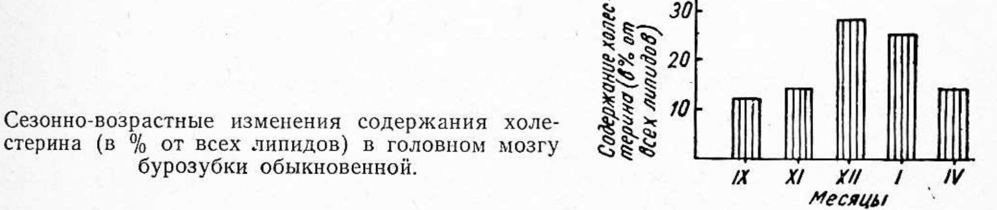
Содержание холестерина в мозгу бурозубки обыкновенной изменяется своеобразно. В сентябре его количество минимально и очень варьирует. В последующие месяцы отмечается возрастание количества холестерина. В декабре его в два с лишним раза больше, чем в сентябре ($P<0{,}001$). Большое содержание холестерина в мозгу выявлено и в последующие три месяца (январе, феврале и марте). Различия между результатами, полученными в сентябре и марте, достоверны ($P<0{,}025$). В апреле количество холестерина значительно уменьшается по сравнению с зимними месяцами (декабрь—апрель — $P<0{,}001$; январь—апрель — $P<0{,}001$). Различие между содержанием холестерина в мозгу бурозубки обыкновенной в сентябре и апреле не достоверно ($P>0{,}05$).

Сходные результаты изменения количества холестерина получены и при исследовании головного мозга бурозубки малой. Так, в декабре отмечено наиболее высокое, почти в три раза (см. таблицу) большее,

чем в сентябре ($P<0,001$), содержание холестерина в ее мозгу. У перезимовавших бурозубок малых в апреле холестерина в мозгу заметно меньше, чем в декабре ($P<0,001$), но в отличие от бурозубки обыкновенной его все же больше, чем в сентябре ($P<0,005$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные нами данные свидетельствуют о существенных сезонно-возрастных изменениях в головном мозгу бурозубок, проявляющихся в уменьшении количества воды, липидов и в значительном увеличе-



Сезонно-возрастные изменения содержания холестерина (в % от всех липидов) в головном мозгу бурозубки обыкновенной.

нии относительного количества холестерина у зимующих особей.

Пуцек (M. Pucek, 1965) также было установлено существенное уменьшение содержания воды и количества липидов в зимние месяцы. Из полученных ею данных можно видеть, что сухой вес мозга (сухого остатка вместе с липидами) несколько уменьшается с сентября к декабрю и апрелю, причем содержание липидов (в % сухого веса мозга) остается в декабре таким же, как в сентябре, и несколько увеличивается в апреле. Исходя из материалов Пуцек (1965), показывающих уменьшение сухого веса мозга, и наблюдаемого нами уменьшения относительного содержания липидов в мозгу бурозубок в декабре по сравнению с сентябрем, можно сделать вывод, что общее количество липидов в головном мозгу бурозубок также уменьшается. Наряду с этим наблюдается увеличение количества холестерина в мозгу землероек в зимний период и его уменьшение в апреле.

Интересно проследить изменение соотношения холестерина и остальных липидов в мозгу в течение жизни бурозубок (рисунок). Так, если в сентябре и апреле холестерин составляет $^1/_7$—$^1/_6$ всех липидов, то в декабре почти $^1/_3$, а в январе — $^1/_4$.

Известно, что бурозубкам свойственны характерные сезонно-возрастные изменения. Например, вес их тела увеличивается до октября, но уже в ноябре происходит резкое его уменьшение. Лишь в течение одного месяца (с октября по ноябрь) данный показатель у бурозубок обыкновенной и малой снижается на 14%, а в течение всего периода зимовки — на 23% (Межжерин и Мельникова, 1966). Начиная с марта выявлено повторное увеличение веса тела, когда лишь в течение двух месяцев (апрель—май) этот показатель возрастает вдвое.

Известно, что мозг позвоночных является одной из наиболее богатых холестерином тканей. Стеролы в мозгу у них составляют в среднем около 2% его сырого и около 10% сухого веса (Cook, 1958). Установлено, что холестерин активно синтезируется in situ в мозгу млекопитающих в период процесса миэлинезации, а с окончанием этого периода его синтез резко прекращается и в дальнейшем не возобновляется (Waelsch et al., 1940; Srere et al., 1948, 1950). Интенсивность обмена холестерина в мозгу взрослых особей чрезвычайно низка; это свидетельствует о том, что холестерин имеет значение скорее как структурный элемент мозга, а не энергетический.

Снижение общего количества липидов в мозгу у бурозубок в декабре и январе можно рассматривать как реакцию организма на снижение температуры воздуха и ухудшение кормовых условий. Хотя обмен липидов в мозгу очень замедлен, можно предполагать, что жирные кислоты, фосфолипиды и триглицериды мозга как метаболически более лабильные соединения при первом столкновении животных с зимними условиями существования могут быть использованы организмом в качестве энергетического материала. При этом в мозгу происходит компенсаторное накопление холестерина, что и приводит к относительному увеличению его содержания.

ЛИТЕРАТУРА

Мак-Ильвейн Т. 1962. Биохимия и центральная нервная система. ИЛ, М.

Межжерин В. А. 1964. Явление Денеля и его возможное объяснение. Acta theriol., v. 8, N 6.

Межжерин В. А. и Мельникова Г. Л. 1966. Адаптивное значение сезонных изменений некоторых морфо-физиологических показателей землероек-бурозубок. Acta theriol., v. 11, N 25.

Bielak T. a. Pucek Z. 1960. Seasonal changes in the brain weight of the common shrew, *Sorex araneus araneus* Linnaeus, 1758. Acta theriol., v. 3, N 13.

Caboń K. 1956. Untersuchungen über die saisonale Veränderlichkeit des Gehirnes bei der kleinen Spitzmaus (*Sorex minutus minutus* L.). Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, C, v. 10, N 5.

Cook R. P. 1958. Cholesterol. New York.

Dehnel A. 1949. Studies on the genus *Sorex* L. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, C, v. 4, N 2.

Его же. 1950. Studies on the genus *Neomys* Kaup. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, C, v. 5, N 1.

Gębczyński M. 1965. Seasonal and age changes in the metabolism and activity of *Sorex araneus* Linnaeus, 1758. Acta theriol., v. 10, N 22.

Pucek M. 1965. Water contents and seasonal changes of the brainweight in shrews. Acta theriol., v. 10, N 24.

Pucek Z. 1965. Seasonal and age changes in the weight of internal organs of shrews. Acta theriol., v. 10, N 26.

Radomski M. W. 1966. Effect of cold exposure on serum lipids and lipidoproteins in the rat. Canad. J. Physiol. a. Pharmacol., v. 44, N 5.

Sloane-Stanley G. H., McIlwain H. 1956. Handbook of biological data. National Research Council. Washington.

Srere P. A., Chaikoff I. L. a. Dauben W. G. 1948. The in vitro synthesis of cholesterol from acetate by surviving adrenal cortical tissue. J. Biol. Ckem., v. 176.

Srere P. A. et al. 1950. The extrahepatic synthesis of cholesterol. J. Biol. Chem, v. 182.

Waelsch H., Sperry W. M. a. Stoyanoff V. A. 1940. Lipid metabolism in brain during myelination. J. Biol. Chem., v. 135.

Поступила 4.I 1967 г.

SEASONAL AND AGE CHANGES OF CHOLESTEROL CONTENT IN THE BRAIN OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *SOREX*

V. A. Mezhzherin, L. K. Finagin

(The Kiev State University)

Summary

The study of 111 specimens of *S. araneus* and 23 of *S. minutus* showed that cholesterol content in their brain in September is the least and characterized by a considerable variability. During the next months it increases and reaches the highest indices in December (twice as much as compared with September). A high cholesterol content in the brain is also observed during the next three months. But in April it considerably decreases in comparison with the winter months. It may be supposed that the compensator accumulation of cholesterol takes place in the brain, which is conditioned by a winter decrease of metabolically labile compounds (brain phospholipids and thiglycerides).